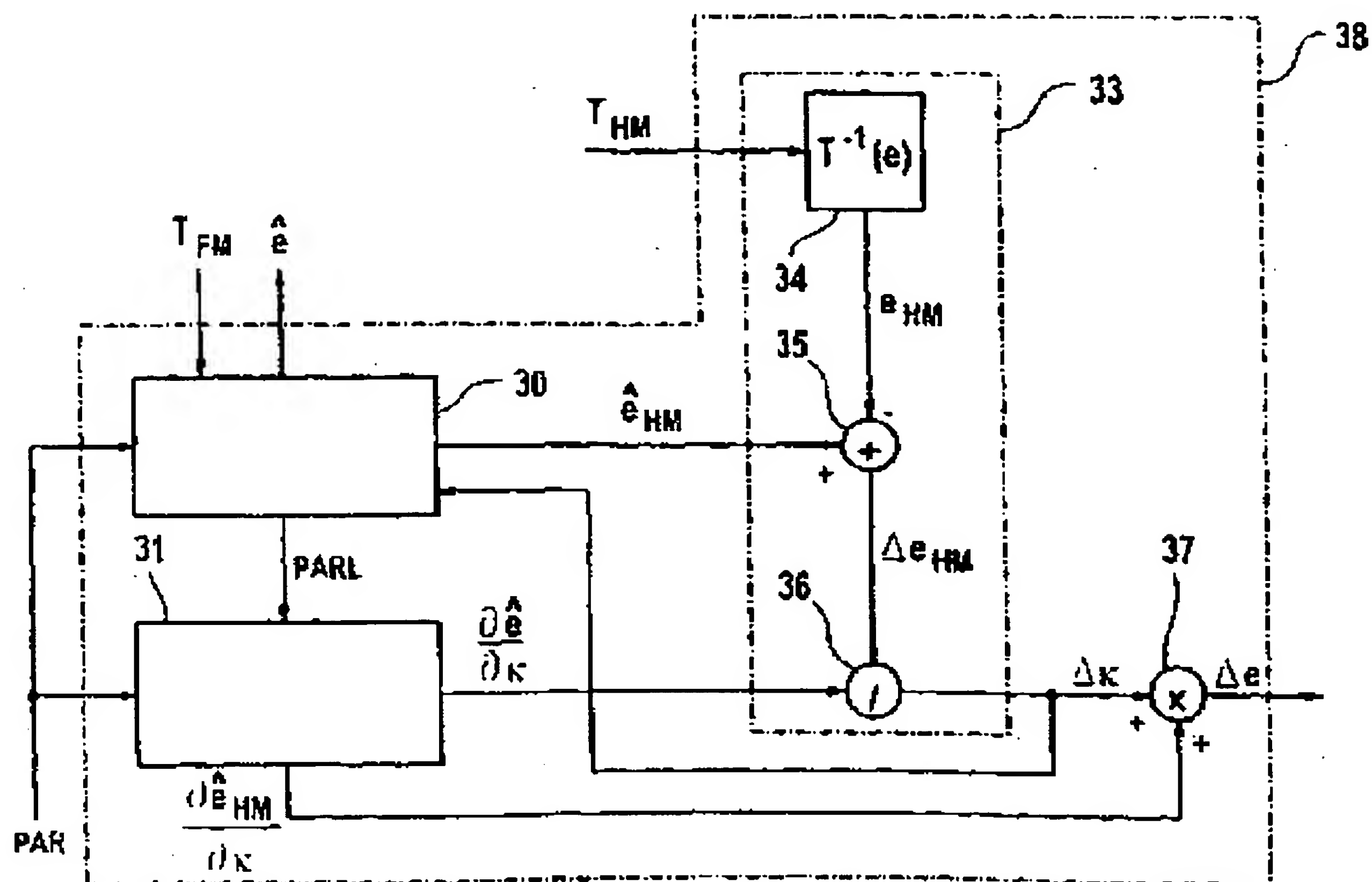


AN: PAT 2001-441693
TI: Forming or adapting cooling model for temperature of metal strip leaving roll stand, includes strip temperature measurement where coolant is applied
PN: WO200147647-A2
PD: 05.07.2001
AB: NOVELTY - At least one measurement of the strip temperature is made in the region where coolant is applied to it. DETAILED DESCRIPTION - An INDEPENDENT CLAIM is included for the corresponding equipment.; USE - To cool strip leaving a cooled roll stand. ADVANTAGE - The quality of hot rolled strip is improved. The method can be applied to on-line production, or off-line during start-up or maintenance. Cooling is adapted from the measured temperature value. A mathematical treatment is included; practical points are also noted. DESCRIPTION OF DRAWING(S) - An implementation is shown schematically, in perspective. The disclosure contains more detailed drawings of the plant, sensor arrangement, enthalpy measurement instrument and graphs. strip 1 temperature sensor 51, 52, 53
PA: (SIEI) SIEMENS AG;
IN: GRAMCKOW O; JANSEN M; REIN M; WEINZIERL K; REIN R;
FA: WO200147647-A2 05.07.2001; **DE19963185**-A1 12.07.2001;
CO: AT; BE; CH; CY; DE; DK; ES; FI; FR; GB; GR; IE; IT; LU; MC; NL; PT; RU; SE; TR; US; WO;
DN: RU; US;
DR: AT; BE; CH; CY; DE; DK; ES; FI; FR; GB; GR; IE; IT; LU; MC; NL; PT; SE; TR;
IC: B21B-000/00; B21B-037/74; B21B-038/00; B21B-045/02;
MC: M21-A05;
DC: M21; P51;
FN: 2001441693.gif
PR: DE1063185 27.12.1999;
FP: 05.07.2001
UP: 23.08.2001

This Page Blank (uspio)



This Page Blank (uspto)



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

①2 **Offenlegungsschrift**
①0 **DE 199 63 185 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁷:
B 21 B 38/00
B 21 B 37/74
B 21 B 45/02

②1 Aktenzeichen: 199 63 185.9
②2 Anmeldetag: 27. 12. 1999
④3 Offenlegungstag: 12. 7. 2001

DE 199 63 185 A 1

⑦1 Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦2 Erfinder:
Gramckow, Otto, Dr., 91080 Uttenreuth, DE; Jansen,
Michael, Dr., 91096 Möhrendorf, DE; Rein, Martin,
90765 Fürth, DE; Weinzierl, Klaus, Dr., 91052
Erlangen, DE

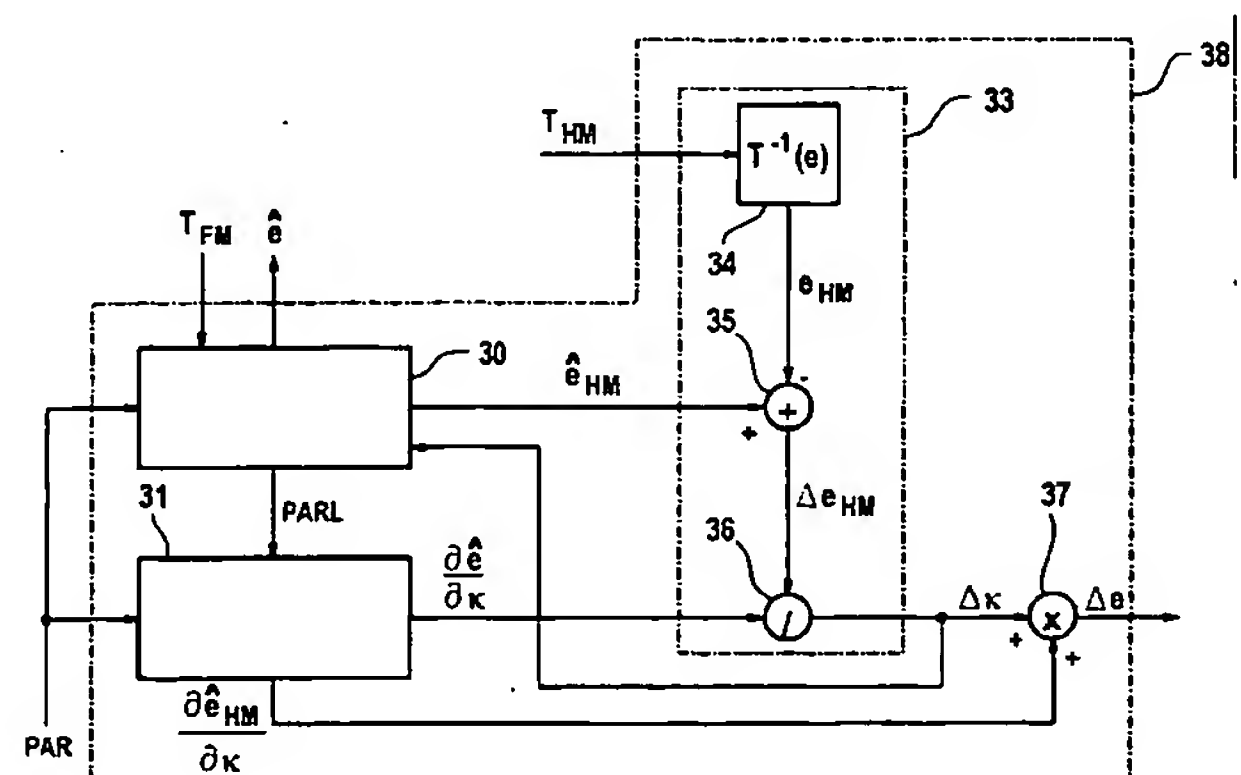
⑤6 Entgegenhaltungen:
DE 40 09 868 A1
GB 15 76 309
Auzinger, D., Parzer, F., Posch, G.: Process optimi-
zation for laminar cooling. In: Iron and Steel
Engineer, August 1998, S.45-49;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren und Einrichtung zum Kühlen eines aus einem Walzgerüst auslaufenden warmgewalzten Metallbandes

⑤7 Kühleinrichtung zum Kühlen eines aus einem Walzgerüst auslaufenden warmgewalzten Metallbandes durch Aufbringen von Kühlmittel in Abhängigkeit der Temperatur des Metallbandes, wobei die Kühleinrichtung ein Kühlmodell zur Modellierung der Temperatur des aus dem Walzgerüst auslaufenden warmgewalzten Metallbandes, einen im Bereich der Aufbringung von Kühlmittel angeordneten Temperatursensor zur Messung der Temperatur des Metallbandes und einen Adaptierer zur Adaption des Kühlmodells mittels der gemessenen Temperatur aufweist.



DE 199 63 185 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren bzw. eine Einrichtung zum Kühlen eines aus einem Walzgerüst auslaufenden warmgewalzten Metallbandes mittels einer Sprüheinrichtung.

Es ist Aufgabe der Erfindung, die Qualität eines warmgewalzten Metallbandes zu verbessern.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 bzw. eine Kühleinrichtung gemäß Anspruch 10 gelöst. Weiterbildungen sind in den jeweils abhängigen Ansprüchen angegeben.

Bei der Erfindung wird zum Erstellen oder zur Adaption eines Kühlmodells zur Modellierung der Temperatur eines aus einem Walzgerüst auslaufenden warmgewalzten Metallbandes, das durch Aufbringen von Kühlmittel gekühlt wird, die Temperatur des Metallbandes in dem Bereich gemessen, in dem Kühlmittel auf das Metallband aufgebracht wird, und das Kühlmodell mittels der gemessenen Temperatur adaptiert. Diese Adaption kann sowohl durch Adaption von Parametern des Kühlmodells oder Veränderung seiner Ein- oder Ausgangswerte erfolgen. Die Adaption kann sowohl online, d. h. insbesondere während des regulären Betriebes der Kühleinrichtung, oder off-line, d. h. insbesondere im Zuge einer Inbetriebsetzung oder von Wartungsarbeiten, erfolgen. Erfolgt die Adaption im Zuge einer Inbetriebsetzung oder von Wartungsarbeiten, so sind vorteilhafterweise im Zuge dieser Inbetriebsetzung oder dieser Wartungsarbeiten mehr Temperatursensoren zur Messung der Temperatur des Metallbandes vorgesehen als während des regulären Betriebes der Kühleinrichtung.

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird das Kühlmittel mittels einer Sprüheinrichtung aufgebracht, wobei zumindest eine Messung der Temperatur des Metallbandes im Bereich der Sprüheinrichtung erfolgt.

In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung erfolgt zumindest eine Messung der Temperatur des Metallbandes in einem Abstand von 0 bis 80 cm hinter der Sprüheinrichtung.

In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung erfolgt zumindest eine Messung der Temperatur des Metallbandes im Bereich der Sprüheinrichtung und zumindest eine weitere Messung der Temperatur des Metallbandes im Bereich der Sprüheinrichtung oder in einem Abstand von 0 bis 80 cm hinter der Sprüheinrichtung.

In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung erfolgt die Messung der Temperatur vor dem Bereich, in dem Kühlmittel auf das Metallband aufgebracht wird.

In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird die Temperatur des Metallbandes an zumindest zwei, vorteilhafterweise an zumindest drei, Orten in Querrichtung des Metallbandes gemessen.

In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird die Temperatur des Metallbandes mittels einer mobilen Temperaturmeßeinrichtung gemessen.

In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung die Adaption des Kühlmodells in Abhängigkeit des Gefüges des Metallbandes erfolgt.

In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung erfolgt zumindest eine Messung der Temperatur des Metallbandes, insbesondere unmittelbar, vor einer Sprüheinrichtung und zumindest eine weitere Messung der Temperatur des Metallbandes, insbesondere unmittelbar, hinter dieser Sprüheinrichtung. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird aus diesen Meßwerten die Stellgliedwirksamkeit der Sprüheinrichtung bestimmt.

In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung erfolgt die Identifikation des Curiepunktes, insbesondere anhand magnetischer Messungen, und eine Bestimmung des Einflusses des Curiepunktes auf die Wärmebilanz.

In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung erfolgt eine Bestimmung des Übergangs von Ferrit in Perlit durch mehrere Temperaturmessungen.

Weitere Vorteile und Einzelheiten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen. Im einzelnen zeigen:

Fig. 1 ein Kühlsystem für ein warmgewalztes Metallband,

Fig. 2 einen Enthalpieberechner,

Fig. 3 Wärmeleitfähigkeit eines Metallbandes aufgetragen über seine Enthalpie mit dem Umwandlungsgrad des Metallbandes als freien Parameter,

Fig. 4 Temperatur eines Metallbandes aufgetragen über seine Enthalpie mit dem Umwandlungsgrad des Metallbandes als freien Parameter,

Fig. 5 einen Kühlregler,

Fig. 6 ein Ausführungsbeispiel für die Anordnung von Temperaturmeßeinrichtungen,

Fig. 7 eine vorteilhafte Ausgestaltung eines Meßkopfes, der Teil einer Temperaturmeßeinrichtung ist, der das erfindungsgemäße Prinzip zugrunde liegt,

Fig. 8 eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung eines Meßkopfes, der Teil einer Temperaturmeßeinrichtung ist, der das erfindungsgemäße Prinzip zugrunde liegt,

Fig. 9 eine vorteilhafte Ausgestaltung einer Temperaturmeßeinrichtung, der das erfindungsgemäße Prinzip zugrunde liegt.

Fig. 1 zeigt einen Kühlregler 22 für ein warmgewalztes Metallband 1, insbesondere ein warmgewalztes Stahlband. Bezugszeichen 2 bezeichnet das letzte Gerüst einer Warmwalzstraße an. Hinter diesem Gerüst sind Sprüheinrichtungen 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 zur Kühlung des Metallbandes 1 vorgesehen. Die Kühlung des Metallbandes 1 ist über die Menge von Kühlmittel mittels der Sprüheinrichtungen 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 einstellbar. Dazu weisen die Sprüheinrichtungen 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 Ventile auf. Diese Ventile werden durch den Kühlregler 22 eingestellt. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind die Verbindungen des Kühlreglers 22 zu den Sprüheinrichtungen 7, 8, 9, 10 nicht dargestellt. Der Kühlregler 22 regelt die Sprüheinrichtungen 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 in Abhängigkeit einer Auswahl von Betriebsparametern PAR, wie etwa die Kühlstreckenlänge, die Wassermenge je Sprüheinrichtung 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, Typ der Sprüheinrichtungen 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 sowie Länge, Breite, Geschwindigkeit oder chemische Zusammensetzung des Metallbandes 1, (vorteilhafterweise) in Abhängigkeit eines Gefügesollwertes G^* und in Abhängigkeit von Meßwerten, die von Temperaturmeßeinrichtungen 19 und 21 geliefert werden. Die Meßeinrichtung 19 ist hinter dem Walzgerüst 2 angeordnet. Optional ist zudem eine weitere Meßeinrichtung 20 vorgesehen. Die Temperaturmeßeinrichtungen 19 und 21 sind vor einem Haspel 12

zum Aufhaspeln des Metallband 1 angeordnet. Die Temperaturmeßeinrichtung 20 ist in besonders vorteilhafter Ausgestaltung in einem Bereich unmittelbar hinter den hinteren Sprüheinrichtungen 6 und 10 bzw. in einem Bereich zwischen 0 und 80 cm hinter den hinteren Sprüheinrichtungen 6 und 10 angeordnet.

Der Kühlregler 22 weist einen Enthalpiekorrekturblock 38 auf. Fig. 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel für einen Enthalpiekorrekturblock 38. Der Enthalpiekorrekturblock 38 weist ein Temperaturmodell 30 auf. Mittels des Temperaturmodells 30 werden folgende Wärmeleichungen in Abhängigkeit einer Auswahl von Betriebsparametern PAR gelöst:

$$\frac{\partial e(t, x)}{\partial t} - \frac{\partial}{\partial x} \left[\frac{\lambda(e(t, x)) \cdot \partial T(e(t, x)) / \partial e}{\rho} \frac{\partial e(t, x)}{\partial x} \right] = 0 \quad 10$$

$$T(e(0, x)) \equiv T_{FM} \quad 15$$

$$\left. \frac{\lambda(e(t, x)) \cdot \partial T(e(t, x)) / \partial e}{\rho} \frac{\partial e(t, x)}{\partial x} \right|_{x=0} = \kappa \cdot r_o(e, T(e), T_o) \quad 20$$

$$\left. - \frac{\lambda(e(t, x)) \cdot \partial T(e(t, x)) / \partial e}{\rho} \frac{\partial e(t, x)}{\partial x} \right|_{x=d} = \kappa \cdot r_u(e, T(e), T_u) \quad 25$$

Dabei ist
t die Zeit
x die Position
T die Temperatur
λ die Wärmeleitfähigkeit des Metallbandes 1
ρ die Dichte des Metallbandes 1
r_o(e, T(e), T_o) die an der Oberseite des Metallbandes abgeführte Wärmestromdichte
r_u(e, T(e), T_u) die an der Unterseite des Metallbandes abgeführte Wärmestromdichte
T_{FM} der von der Meßeinrichtung 19 gelieferte Meßwert für die Temperatur

Die Wärmeleichungen werden durch das Temperaturmodell 30 derart gelöst, daß geschätzte Enthalpiewerte \hat{e}_{HM} und \hat{e} erhalten werden. Dabei ist

$$\hat{e} = \begin{bmatrix} \hat{e}_3 \\ \hat{e}_4 \\ \hat{e}_5 \\ \hat{e}_6 \end{bmatrix} \quad 45$$

\hat{e}_3 , \hat{e}_4 , \hat{e}_5 und \hat{e}_6 sind dabei die geschätzten Werte für die Enthalpie im Metallband 1 an den Stellen, an denen die Sprüheinrichtungen 3, 4, 5 und 6 bzw. 7, 8, 9 und 10 angeordnet sind. Der Wert \hat{e}_{HM} ist der Schätzwert für Enthalpie im Metallband an der Stelle, an der die Temperatur T_{HM} des Metallbandes mittels der Meßeinrichtung 20 gemessen wird.

In ganz besonders vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung berücksichtigt das Kühlmodell 30 die Kristallstruktur des Metallbandes, insbesondere wenn das Metallband ein Stahlband ist. Zur Berücksichtigung der Kristallstruktur des Metallbandes werden im Temperaturmodell folgende Wärmeleichungen gelöst.

$$\frac{\partial e(t, x)}{\partial t} - \frac{\partial}{\partial x} \left[\frac{\lambda(e(t, x), p(t, x)) \cdot \partial T(e(t, x), p(t, x)) / \partial e}{\rho} \frac{\partial e(t, x)}{\partial x} \right] =$$

$$\frac{1}{\rho} \frac{\partial \lambda(e(t, x), p(t, x))}{\partial x} \frac{\partial T(e(t, x), p(t, x))}{\partial x} \frac{\partial p(t, x)}{\partial x}$$

$$T(e(0, x), p(0, x)) \equiv T_{FM}$$

$$\left. \frac{\lambda(e(t, x), p(t, x)) \cdot \partial T(e(t, x), p(t, x)) / \partial e}{\rho} \frac{\partial e(t, x)}{\partial x} \right|_{x=0} = \kappa \cdot r_o(e, T(e, p), T_o)$$

$$\left. \frac{\lambda(e(t, x), p(t, x)) \cdot \partial T(e(t, x), p(t, x)) / \partial e}{\rho} \frac{\partial e(t, x)}{\partial x} \right|_{x=d} = \kappa \cdot r_v(e, T(e, p), T_v)$$

$$\frac{\partial p(t, x)}{\partial t} = h(e(t, x), p(t, x))$$

Dabei bezeichnet p den Umwandlungsgrad oder auch Phasenanteil, d. h. p bezeichnet den Anteil von α -Eisen (Ferrit/Perlit) im Stahlband 1. Ist p gleich null, so enthält das Stahlband kein α -Eisen sondern lediglich γ -Eisen (Austenit). Ist p gleich eins, enthält das Stahlband 1 kein γ -Eisen sondern nur α -Eisen (Ferrit/Perlit). Ist p gleich 0,2 so enthält das Stahlband 20% α -Eisen (Ferrit/Perlit) und 80% γ -Eisen.

h ist eine Funktion, wie sie z. B. in Gleichung 2, Seite 144 in dem Artikel "Mathematical Models of Solid-Solid Phase Transitions in Steel" von A. Visintin, IMA Journal of Applied Mathematics, 39, 1987, Seiten 143 bis 157 offenbart ist.

Der Zusammenhang $\lambda(e, p)$ kann z. B. durch die Funktion

$$\lambda(e, p) = p\lambda(e, 1) + (1-p)\lambda(e, 0)$$

angenähert werden. Dabei sind in beispielhafter Ausgestaltung $\lambda(e, 1)$ und $\lambda(e, 0)$ Funktionen, wie sie in Fig. 3 gezeigt sind.

Der Zusammenhang $T(e, p)$ kann z. B. durch die Funktion

$$T(e, p) = pT(e, 1) + (1-p)T(e, 0)$$

angenähert werden. Dabei sind $T(e, 1)$ und $T(e, 0)$ Funktionen wie sie beispielhaft in Fig. 4 gezeigt sind.

Das linearisierte Temperaturmodell 31 erhält vom Temperaturmodell 30 Parameter PARL. Die Parameter PARL umfassen z. B. die Lösungen der Gleichungen des -Temperaturmodells 30. Das linearisierte Temperaturmodell 31 und das Temperaturmodell 30 werden vorteilhafterweise parallel gerechnet.

Das linearisierte Temperaturmodell 31 ermittelt die Werte $\partial \hat{e} / \partial \kappa$ und $\partial \hat{p} / \partial \kappa$. Dabei ist

$$\frac{\partial \hat{e}}{\partial \kappa} = \begin{bmatrix} \frac{\partial \hat{e}3}{\partial \kappa} \\ \frac{\partial \hat{e}4}{\partial \kappa} \\ \frac{\partial \hat{e}5}{\partial \kappa} \\ \frac{\partial \hat{e}6}{\partial \kappa} \end{bmatrix} \quad \begin{matrix} 5 \\ 10 \end{matrix}$$

Der Enthalpiekorrekturblock 38 weist ferner einen Adaptierer 33 auf. Der Adaptierer 33 berechnet in Abhängigkeit eines Temperaturmeßwertes T_{HM} , der von der Temperaturmeßeinrichtung 20 geliefert wird, sowie in Abhängigkeit der Werte \hat{e}_{HM} und $\partial \hat{e}_{HM} / \partial \kappa$ einen Korrekturwert $\Delta \kappa$. Dazu weist der Adaptierer 33 einen Enthalpieberechner 34 auf, der die Enthalpie e_{HM} des Metallbandes an der Stelle berechnet, an der die Temperaturmeßeinrichtung 20 die Temperatur T_{HM} des Metallbandes 1 mißt. Der Adaptierer 33 weist ferner einen Summierer 35 und einen Dividierer 36 auf. Mittels des Dividierers wird der Korrekturen $\Delta \kappa$ gemäß

$$\Delta \kappa = \frac{\Delta e_{HM}}{\frac{\partial \hat{e}}{\partial \kappa}} \quad 20$$

berechnet.

Aus dem Korrekturwert $\Delta \kappa$ und dem Wert $\partial \hat{e}_{HM} / \partial \kappa$ wird durch Multiplikation mittels eines Multiplizierers 37 ein Enthalpiekorrekturwert Δe gebildet. Der Enthalpiekorrekturwert Δe ist dabei

$$\Delta e = \begin{bmatrix} \Delta e3 \\ \Delta e4 \\ \Delta e5 \\ \Delta e6 \end{bmatrix} \quad \begin{matrix} 30 \\ 35 \end{matrix}$$

Dabei ist $\Delta e3$ der Korrekturwert für $\hat{e}3$, $\Delta e4$ der Korrekturwert für $\hat{e}4$, $\Delta e5$ der Korrekturwert für $\hat{e}5$ und $\Delta e6$ der Korrekturwert für $\hat{e}6$. In optionaler Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß der Korrekturwert $\Delta \kappa$ Eingangsgröße in das Temperaturmodell 30 ist. Mittels des Korrekturwertes $\Delta \kappa$ wird der Wert κ in den Wärme Gleichungen durch Ersetzen von

$$\kappa = \kappa + \Delta \kappa \quad 40$$

adaptiert.

Fig. 5 zeigt ein Ausführungsbeispiel für den inneren Aufbau eines Kühlreglers 22. Der Kühlregler 22 weist den Enthalpiekorrekturblock 38, einen Summierer 40, einen Temperaturberechner 41, einen Sprüheinrichtungs-Regler 43 sowie einen Solltemperaturberechner 44 auf. Der Temperaturberechner 41 errechnet aus der Summe aus geschätzter Enthalpie \hat{e} und Enthalpie-Korrekturwert Δe einen geschätzten Temperaturwert,

$$\hat{T} = \begin{bmatrix} \hat{T}3 \\ \hat{T}4 \\ \hat{T}5 \\ \hat{T}6 \end{bmatrix} \quad \begin{matrix} 50 \\ 55 \end{matrix}$$

$\hat{T}3$, $\hat{T}4$, $\hat{T}5$ und $\hat{T}6$ sind dabei die geschätzten Werte für die Temperatur des Metallbandes 1 an den Stellen, an denen die Sprüheinrichtungen 3, 4, 5 und 6 bzw. 7, 8, 9 und 10 angeordnet sind.

Der Solltemperaturberechner 44 berechnet einen Sollwert T^* in Abhängigkeit einer Auswahl von Betriebsparametern PAR sowie in Abhängigkeit eines Gefügesollwertes G^* mit

$$T^* = \begin{bmatrix} T3^* \\ T4^* \\ T5^* \\ T6^* \end{bmatrix} \quad \begin{matrix} 60 \\ 65 \end{matrix}$$

Dabei entspricht $T3^*$ dem Sollwert der Temperatur des Metallbandes 1 an der Stelle an der die Sprüheinrichtung 3

- bzw. 7 Kühlmittel auf das Metallband 1 aufbringt. T4* entspricht dem Sollwert der Temperatur des Metallbandes 1 an der Stelle an der die Sprüheinrichtung 4 bzw. 8 Kühlmittel auf das Metallband 1 aufbringt. T5* entspricht dem Sollwert der Temperatur des Metallbandes 1 an der Stelle an der die Sprüheinrichtung 6 bzw. 9 Kühlmittel auf das Metallband 1 aufbringt, und T6* entspricht dem Sollwert der Temperatur des Metallbandes 1 an der Stelle an der die Sprüheinrichtung 7 bzw. 10 Kühlmittel auf das Metallband 1 aufbringt.

Der Kühlregler 22 weist einen Summierer 42 auf, mittels dessen eine Temperaturdifferenz ΔT mit

$$\Delta T = T^* - \hat{T}$$

- gebildet wird.

Der Kühlregler 22 weist einen Sprüheinrichtungs-Regler 43 auf, mittels dessen in Abhängigkeit der Temperaturdifferenz ΔT Stellgrößen V3, V4, V5, V6, V7, V8, V9, V10 für die Sprüheinrichtungen 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 erzeugt werden.

- In vorteilhafter Ausgestaltung der Kühlung des Metallbandes 1 erfolgt zumindest eine Messung der Temperatur des Metallbandes 1, insbesondere unmittelbar, vor einer Sprüheinrichtung 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 und zumindest eine weitere Messung der Temperatur des Metallbandes 1, insbesondere unmittelbar, hinter dieser Sprüheinrichtung 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10. Dabei wird in weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung aus diesen Meßwerten die Stellgliedwirksamkeiten der Sprüheinrichtungen 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 (vorteilhafterweise vor Inbetriebsetzung) z. B. mittels des Kühlreglers 22 bestimmt. Die Bestimmung der die Stellgliedwirksamkeiten der Sprüheinrichtungen 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 ist nicht dargestellt.

- Fig. 6 zeigt ein besonders vorteilhaftes Ausführungsbeispiel für die Anordnung von Temperaturmeßeinrichtungen. Dabei bezeichnen die mit Bezugszeichen 2 bezeichneten Rollen das letzte Gerüst einer Warmwalzstraße, Bezugszeichen 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 Sprüheinrichtungen und Bezugszeichen 12 einen Haspel. Bezugszeichen 51, 52, 53 bezeichnen Temperaturmeßeinrichtungen, die in Querrichtung des Metallbandes 1 angeordnet sind. Die Anordnung der Temperaturmeßeinrichtungen 51, 52, 53 kann je eine Temperaturmeßeinrichtung 19, 20, 21 in Fig. 1 in dem Sinne ersetzen, daß an Stelle dieser Temperaturmeßeinrichtungen zumindest je zwei, vorteilhafterweise drei, Temperaturmeßeinrichtungen in Querrichtung des Metallband 1 angeordnet sind. Auf diese Weise ist es möglich, ein Temperaturprofil im Metallband 1 auch in Querrichtung zu erstellen.

- Fig. 9 zeigt eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung einer Temperaturmeßeinrichtung 20, 21, 33, 34, 35, 41, 42, 51, 52, 53. Fig. 7 und Fig. 8 zeigen vorteilhafte und alternative Ausgestaltungen des Meßkopfes 130 in Fig. 9. Zur Messung der Temperatur werden Infrarotstrahlen 112 über ein Glasfaserkabel 110 weitergeleitet. Der Meßkopf 79 in Fig. 7 weist eine Drucklufteinlaßöffnung 78 auf, durch die Druckluft in sein Inneres geblasen wird. Der Meßkopf 79 weist ferner einen Saugfuß 74 mit einer Luftauslaßöffnung 113 auf, durch die die Druckluft gegen das Metallband 1 strömt. Zwischen dem Saugfuß 74 und dem Metallband 1 bildet sich eine durch die Pfeile 72 und 73 angedeutete Luftströmung aus. Die Geometrie des Saugfußes 74 sowie dessen Abstand vom Metallband 1 sind derart mit der Strömungsgeschwindigkeit der zwischen Saugfuß 74 und Metallband 1 strömenden Luft 72 und 73 abgestimmt, daß es zum aerodynamischen Paradoxon kommt. Dadurch bildet sich ein Gleichgewicht zwischen Luftdruck und Saugwirkung zwischen Saugfuß 74 und Metallband 1. Besonders vorteilhaft ist es, den Saugfuß 74 über ein flexibles Verbindungsstück 76 mit dem restlichen Teil des Meßkopfes 79 zu verbinden. Wenn sich durch das aerodynamische Paradoxon ein stabiles Gaspolster aufbaut, so schwebt der Saugfuß 74 über dem Metallband 1. Auf diese Weise stellt sich ein besonders stabiler, d. h. konstanter, Abstand zwischen Saugfuß 74 und Metallband 1 ein.

- Der Meßkopf 79 weist in beispielhafter Ausgestaltung eine Kühlwassereinlaßöffnung 77 auf, durch die Kühlwasser, oder ein anderes Kühlmittel, in den Meßkopf 79 strömt. Das Kühlwasser tritt durch eine Kühlwasserauslaßöffnung 75 aus und läuft über die Oberseite 120 des Saugfußes 74. Auf diese Weise wird der Saugfuß 74 gekühlt und ist besonders gut geeignet zur Messung der Eigenschaften des heißen bewegten Metallband.

- Fig. 8 zeigt eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung eines Meßkopfes 114, der Teil einer Temperaturmeßeinrichtung ist, der das erfindungsgemäße Prinzip zugrunde liegt. Dabei haben die Bezugszeichen 1, 72 bis 73, 76 bis 78 und 110 bis 113 die gleiche Bedeutung wie in Fig. 7. Während die Oberseite 122 des Saugfußes 119 in Fig. 8 entsprechend der Oberseite 120 des Saugfußes 74 in Fig. 7 ausgestaltet ist, unterscheidet sich die Unterseite des Saugfußes 119 in Fig. 8 von der Unterseite 121 des Saugfußes 74 in Fig. 7. Die Unterseite des Saugfußes 119 weist zwei Bereiche 123 und 124 auf, die durch eine Stufe 125 getrennt sind. Diese Stufe 125 stellt einen Strömungswiderstand dar. Es hat sich gezeigt, daß es bei Oberflächentemperaturen oberhalb von 500°C aufgrund der Erwärmung der Luft zwischen dem Saugfuß 74 und dem Metallband 1 zu einer Instabilität in der Luftströmung kommen kann. Dies wiederum birgt die Gefahr einer Berührung von Metallband 1 und Saugfuß 74. Die Stufe 125 an der Unterseite des Saugfußes 119 stellt einen Strömungswiderstand dar, der die Luftströmung 72 und 73 zwischen dem Saugfuß 119 und dem Metallband 1 stabilisiert.

- Bei den Meßköpfen 79 bzw. 114 gemäß Fig. 7 bzw. Fig. 8 ist vorgesehen, daß der Infrarotstrahl 112 von dem Metallband 1 durch die Auslaßöffnung 113 das Glasfaserkabel 110 trifft. Auf diese Weise wird erreicht, daß Verschmutzungen oder Wasser von der Stelle entfernt werden, von der der Infrarotstrahl 112 vom Metallband 1 kommt. Auf diese Weise wird eine besonders präzise Messung der Temperatur des Metallband erreicht.

- Die Temperaturmeßeinrichtungen mit den Meßköpfen 79 und 114 gemäß Fig. 7 und 8 weisen am Ende der Glasfaserkabel 110 vorteilhafterweise ein nicht dargestelltes Pyrometer als Aufnehmer auf.

- Bezugszeichen 130 bezeichnet in Fig. 9 einen Meßkopf, der in entsprechend abgewandelter Form auch durch entsprechende Ausgestaltungen gemäß Fig. 7 oder Fig. 8 ersetzt werden kann. Der Meßkopf 130 schwebt aufgrund des aerodynamischen Paradoxons über einem Metallband 1. Vom Metallband 1 ausgestrahltes Infrarotlicht wird über ein Glasfaserkabel 132 einem Pyrometer 136 zugeführt, mittels dessen ein Meßwert für die Temperatur des Metallband 1 ermittelt wird. Das Glasfaserkabel 132 ist mit einer Druckluftleitung 133 in einem flexiblen Schutzkabel 134 untergebracht. Über das flexible Schutzkabel 134 werden die Druckluftleitungen 133 und das Glasfaserkabel 132 in ein Schutzgehäuse 138 geführt, das auch das Pyrometer 136 aufnimmt. Mittels der Druckluftleitung 133 wird über einen Druckluftanschluß 137 Druckluft in den Meßkopf 130 geblasen, die über eine Luftauslaßöffnung 139 auf das Metallband 1 trifft.

Mit einer Meßeinrichtung gemäß Fig. 7 bis Fig. 9 kann bei entsprechender Abwandlung der Einrichtung auch eine an-

dere Größe gemessen werden, wie etwa der Magnetismus des Metallbandes.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erstellen oder zur Adaption eines Kühlmodells (30) zur Modellierung der Temperatur eines aus einem Walzgerüst (2) auslaufenden warmgewalzten Metallbandes (1), das durch Aufbringen von Kühlmittel gekühlt wird, wobei die Temperatur des Metallbandes (1) gemessen wird, und wobei das Kühlmodell (30) mittels der gemessenen Temperatur adaptiert wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß zumindest eine Messung der Temperatur des Metallbandes (1) in dem Bereich erfolgt, in dem Kühlmittel auf das Metallband (1) aufgebracht wird. 5
2. Verfahren zum Kühlen eines warmgewalzten Metallbandes (1) nach Anspruch 1, wobei das Kühlmittel mittels einer Sprüheinrichtung (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10) aufgebracht wird dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eine Messung der Temperatur des Metallbandes (1) im Bereich der Sprüheinrichtung (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10) erfolgt. 10
3. Verfahren zum Kühlen eines warmgewalzten Metallbandes (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Kühlmittel mittels einer Sprüheinrichtung (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10) aufgebracht wird dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eine Messung der Temperatur des Metallbandes (1) in einem Abstand von 0 bis 80 cm hinter der Sprüheinrichtung (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10) erfolgt. 15
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eine Messung der Temperatur des Metallbandes (1) im Bereich der Sprüheinrichtung (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10) und daß zumindest eine weitere Messung der Temperatur des Metallbandes (1) im Bereich der Sprüheinrichtung (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10) oder in einem Abstand von 0 bis 80 cm hinter der Sprüheinrichtung (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10) erfolgt. 20
5. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß eine weitere Messung der Temperatur des Metallbandes (1) vor dem Bereich erfolgt, in dem Kühlmittel auf das Metallband (1) aufgebracht wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatur des Metallbandes (1) an zumindest zwei, vorteilhafterweise an zumindest drei, Orten in Querrichtung des Metallbandes (1) gemessen wird. 25
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperaturmessung des Metallbandes (1) mittels einer mobilen Temperaturmeßeinrichtung erfolgt.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Adaption des Kühlmodells (30) in Abhängigkeit des Gefüges des Metallbandes (1) erfolgt.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Adaption des Kühlmodells (30) im Zuge einer Inbetriebsetzung oder von Wartungsarbeiten erfolgt. 30
10. Kühleinrichtung zum Kühlen eines aus einem Walzgerüst (2) auslaufenden warmgewalzten Metallbandes (1) durch Aufbringen von Kühlmittel in Abhängigkeit der Temperatur des Metallbandes (1), wobei die Kühleinrichtung ein Kühlmodell (30) zur Modellierung der Temperatur des aus dem Walzgerüst (2) auslaufenden warmgewalzten Metallbandes (1), einen Temperatursensor zur Messung der Temperatur des Metallbandes (1) und einen Adaptierer zur Adaption des Kühlmodells (30) mittels der gemessenen Temperatur, insbesondere gemäß einem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß der Temperatursensor in dem Bereich angeordnet ist, in dem Kühlmittel auf das Metallband (1) aufgebracht wird. 35

Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

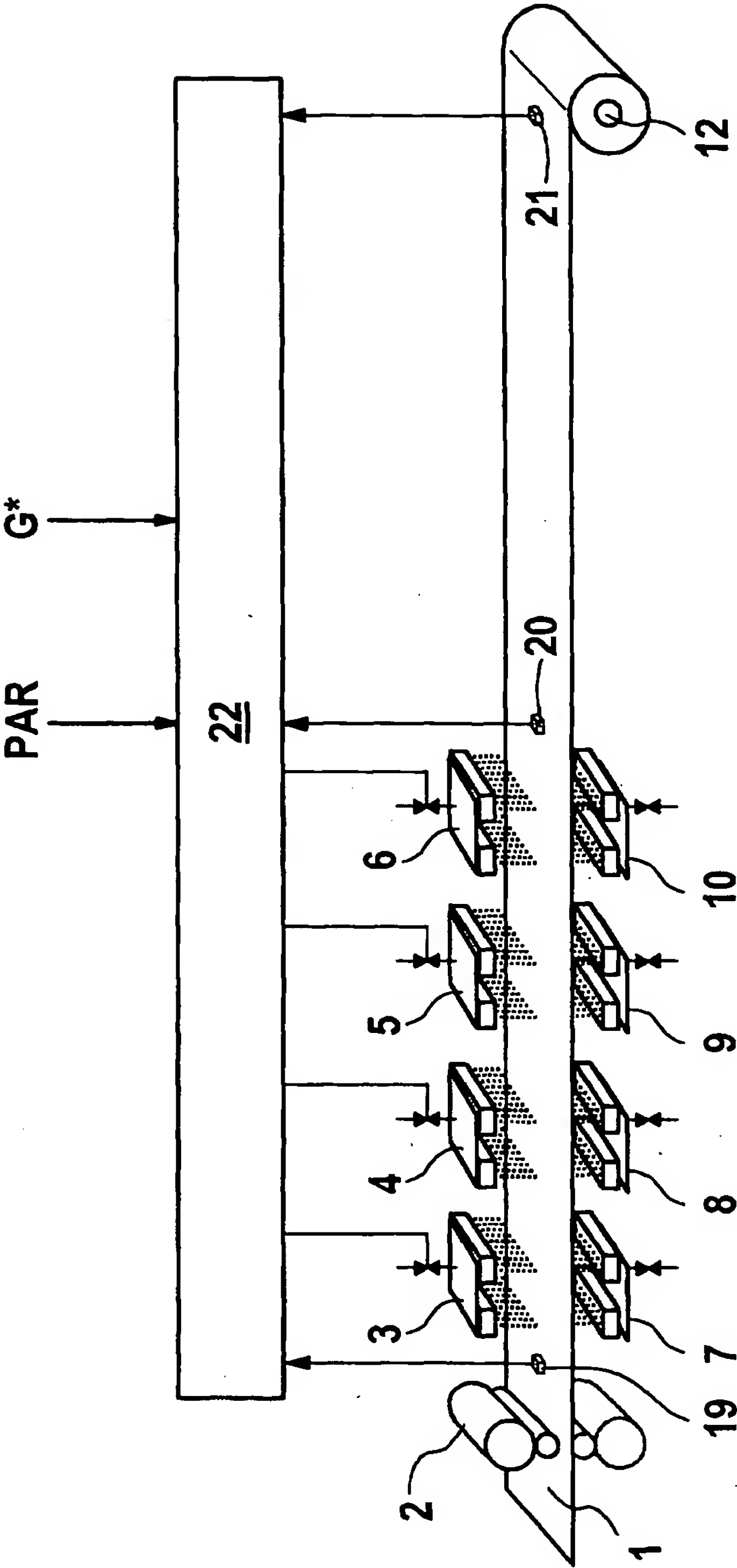


FIG 1

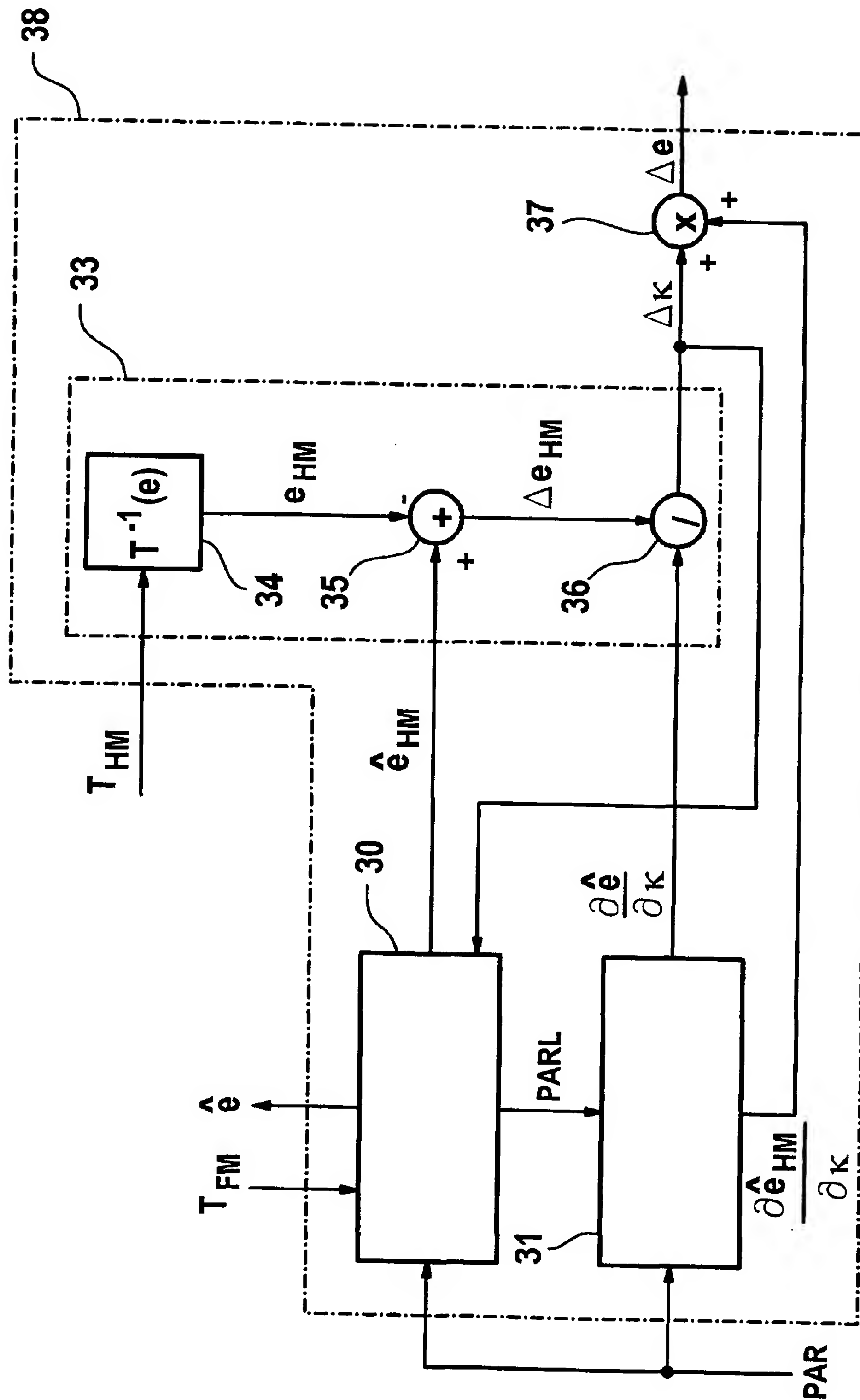


FIG 2

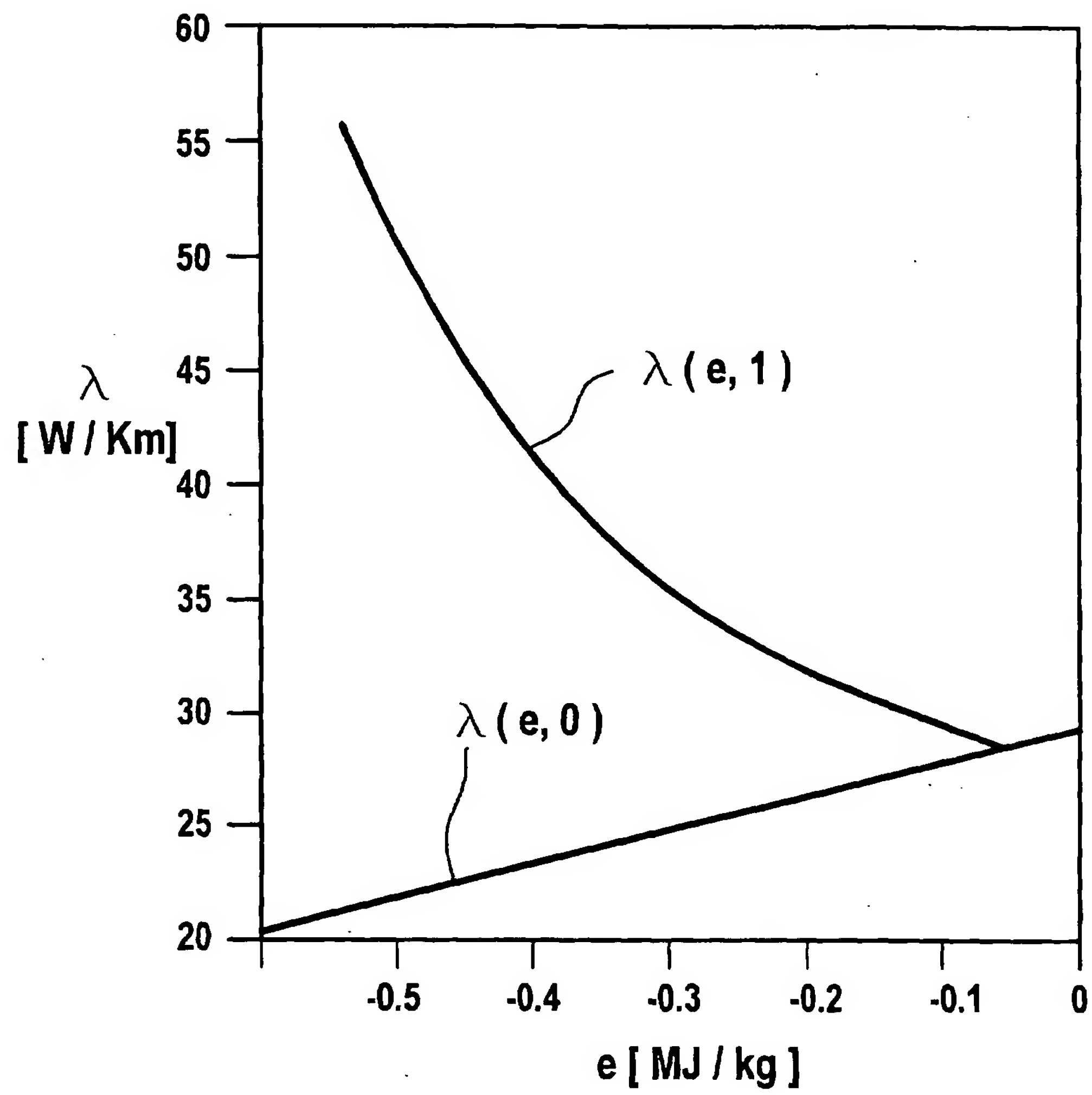


FIG 3

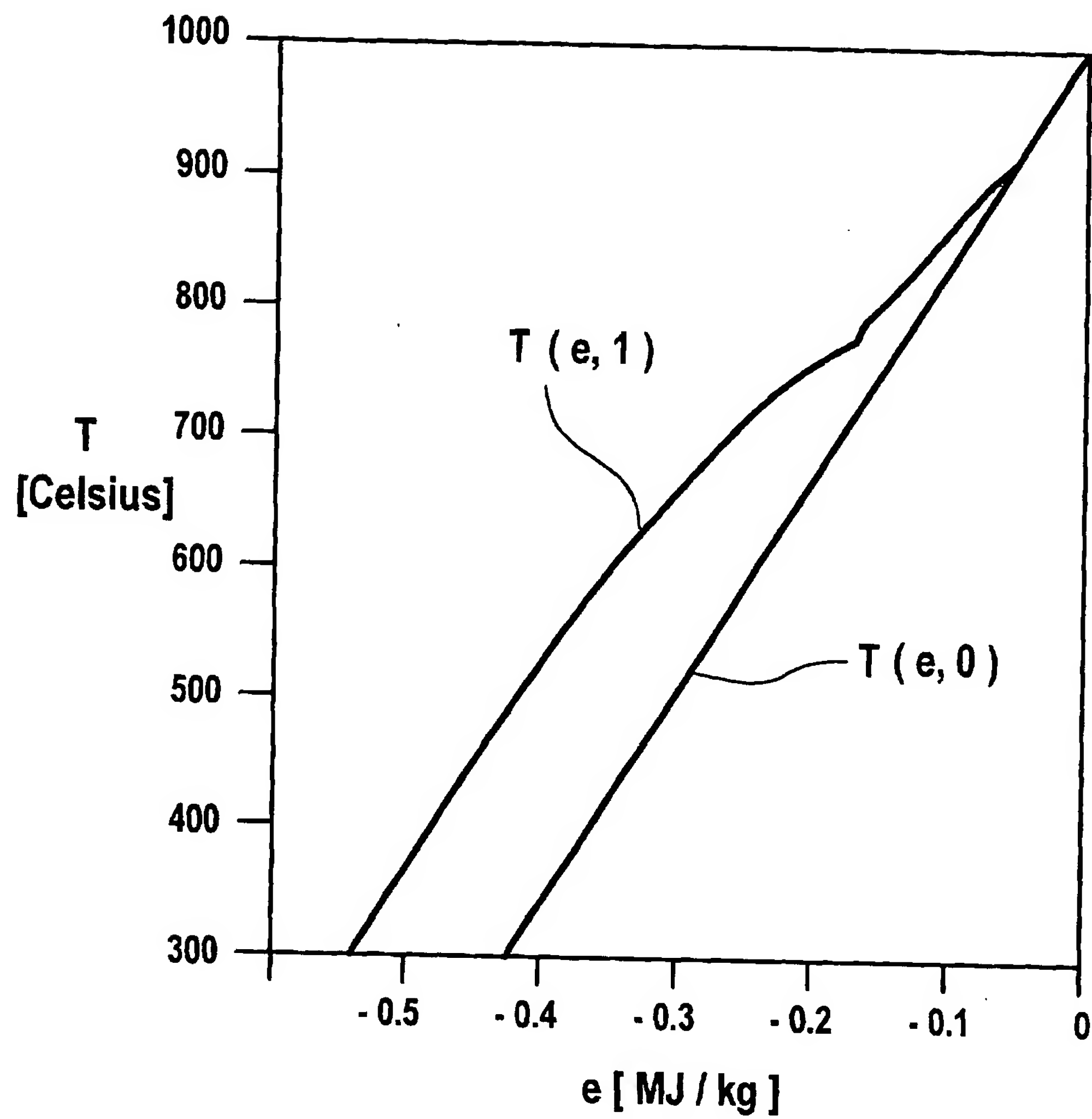


FIG 4

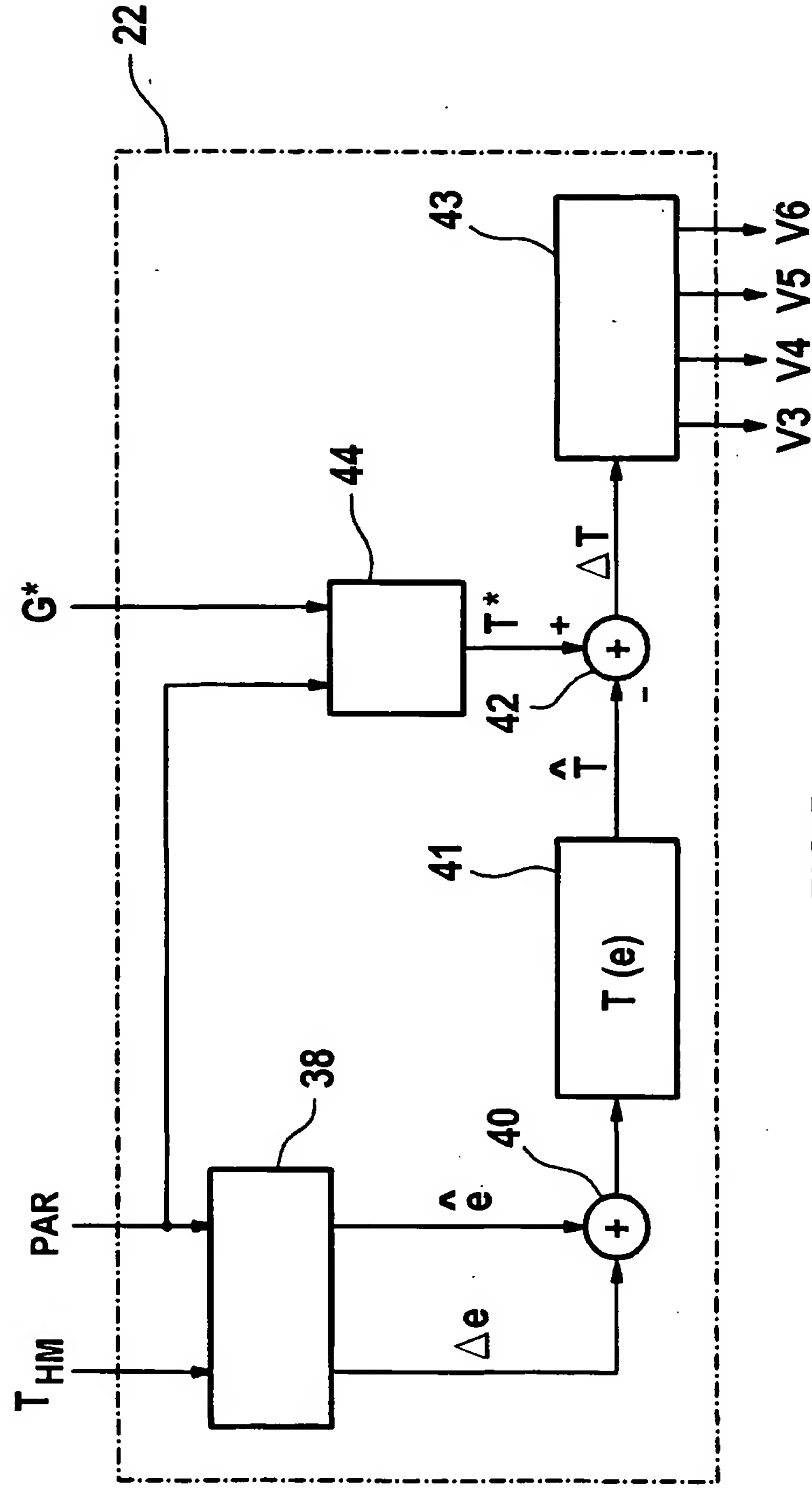


FIG 5

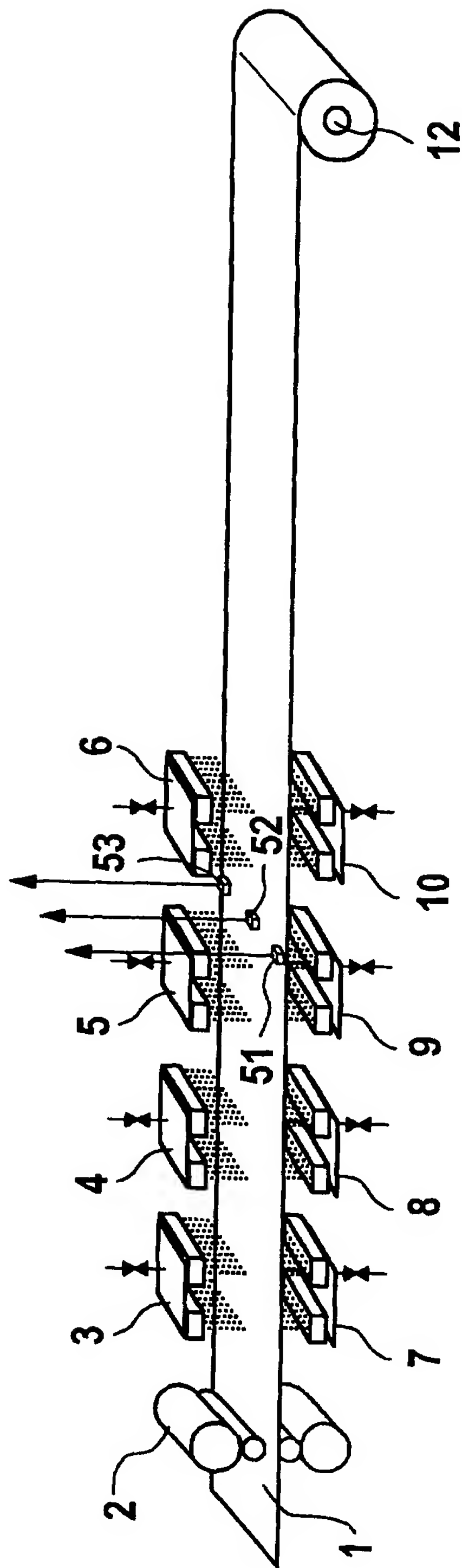


FIG 6

